

1

フィジカルコンピューティング 概論

■小林 茂 (岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー [IAMAS])

フィジカルコンピューティングとは

「フィジカルコンピューティング」(Physical Computing) は、New York University の大学院の1つである Interactive Telecommunications Program (<http://itp.nyu.edu/>) でインタラクションデザインを教えるための方法の1つとして考案されたものです。現在は、「Making Things Talk」の著者としても知られる Tom Igoe が中心的な役割を果たしています。最近では、コンピュータが理解したり反応したりできる人間のフィジカルな表現の幅をいかに増やすか、ということを目指した教育プログラムとして、デザインやアート教育の1つの分野として定着しています。通常のコンピュータ教育では、PCはプラットフォームとして扱います。さまざまなツールを動かしたり、その上でアプリケーションを開発するために使う、というのが普通です。これに対して、フィジカルコンピューティングでは、電子工作やマイコンのプログラミングを通じて原理原則を身体で覚えることから始めて、「人々がいかにコンピュータとコミュニケーションし得るか？」について考え直すことを提案します。このアプローチのユニークさにより、最近では工学系の教育機関でも注目されているようです。

さまざまなツールキット

フィジカルコンピューティングでは、Arduino や Phidgets, Gainer といった「ツールキット」がよく用いられます。ツールキットというのは、ハードウ

ェアやソフトウェアからなるツールをまとめてすぐに使えるようにしたもの、という意味で使われる言葉です。

Phidgets (<http://www.phidgets.com/>) は、Phidgets, Inc. が販売するツールキットで、さまざまな構成の I/O モジュール、センサ、アクチュエータ、ソフトウェアライブラリなどから構成されています。もともとは University of Calgary の Greenberg と Fitchett によって研究開発が行われていたものですが、現在では製品として販売されています。センサやアクチュエータが専用コネクタですぐに接続できるようになっていますので、パッケージになっているものを購入すればすぐに使えるというのが大きな特徴です。また、ソフトウェアライブラリは C/C++, Flash, Max など、20 以上のプログラミング言語をサポートしていて、いずれも使いやすいものになっています。その反面、センサなどが加工済みになっている分だけ割高なのと、国内での代理店がないため、個人で購入するにはやや敷居が高いかもしれません。

Gainer (<http://gainer.cc/>) は、筆者らが 2006 年にリリースしたツールキットです (図-1)。Cypress のデジタルアナログ混載マイコン「PSoC」を搭載したマイコンボードと、Processing, ActionScript 2/3, Max/MSP などのソフトウェアライブラリから構成されるツールキットです。Phidgets と同様に、ボード単体でのスタンドアロン動作はできませんが、その分、I/O モジュールに徹した使い方ができますので、とてもシンプルに使えるようになっています。



写真提供) ICC

図-1 NTT インターコミュニケーション・センター [ICC] で展示した Gainer 体験コーナーの様子 (2006 年)。ブレッドボード上に自分で電子回路を組み立て、PC の中で動作するプログラムと簡単につながれることを体験できた。

また、他の多くのツールキットとも共通する特徴として、ソフトウェアだけでなく、ハードウェアもオープンソースとしてライセンスされているため、オリジナル以外にさまざまな改変を行った互換機も入手でき、目的に応じて最適なものを選択できます。

この原稿を書いている時点で、最もポピュラーなツールキットは Arduino (アルドゥイーノ、<http://arduino.cc/>) でしょう。Arduino はその兄弟プロジェクトである Wiring とともに、イタリアにあったインタラクションデザイン専門の学校「Interaction Design Institute Ivrea」(以下、IDII) で開発が始まりました。IDII はイタリア北部の Ivrea (イヴレア) という街に、2001 年に開学した国際的なインタラクションデザインの研究教育拠点です。当時、インタラクションデザインに焦点をあてた教育機関というのは世界でもほとんど例がありませんでした。元英 Royal College of Art の Gillian Crampton Smith が全体をディレクションし、Stanford University の Terry Allen Winograd, IDEO の Bill Moggridge などのそうそうたるメンバが参加しました。その卒業生は IDEO などのデザイン関連企業や研究機関でインタラクションデザイナーとして活躍しています。

Arduino は、先行して開発されていた Wiring の弟分という位置づけで 2004 年より開発され、2005 年に最初のボードが製造されました。Wiring は使いやすいツールキットですが、比較的高価な部品を

用いていたためにボード自体がやや高価(日本円で約 1 万円)で、ホビーや教育機関での教材用として用いるにはまだ高いという問題がありました。そこで、Massimo Banzi (「Arduino をはじめよう」の著者) のチームが Wiring をベースに徹底した簡略化を行い、低価格(発売開始時は約 4,000 円)で提供できるようにしたのが Arduino です。Arduino は積極的にコミュニティを盛り上げ、世界各地でワークショップを展開したことにより、30 万台以上が販売されました。また、2011 年 5 月に開催された Google の開発者向けイベント Google I/O で、Android OS を搭載した機器の周辺機器の開発キットに Arduino ベースのものが発表され、大きな話題となりました。現在では日本国内にも販売代理店があるため、気軽に購入することができます。

最近の動向

University of Colorado の大学院生でもあった Nwanua Elumeze による Aniomagic (<http://www.aniomagic.com/>) は、Sparkle や Schemer といったユニークなツールキットを販売しています。これらは、導電糸などの電気を流す素材を用いてマイコンや LEDなどを服に縫い付けることができるようにしたものです。Schemer の場合には、Web サイト上で設定したパラメータを、画面の点滅による可視光通信によってプログラムを書き込めるようになっていて、PC を必要としないのも大きな特徴です。また、組み込み用のマイコンで大きなシェアを持つ ARM からスピニアウトした mbed (<http://mbed.org/>) が販売する同名のツールキットは、統合開発環境が Web ブラウザ上で動作するのが大きな特徴です。これにより、OS に依存せずに同じ環境を利用できるだけでなく、自分のコードを手軽に公開して共有できるのです。この後の記事でも、さまざまなツールキットが紹介され、まずどこからスタートすればいいのか迷うかもしれません。しかし、それぞれに特徴があるため、記事を読んで一番興味を持ったものから始めてみる、というのが正解だと私は思います。プログラミング言語を学ぶときどれから

始めるのが正解か?という問いに「正しい」答えがないのと同じです。

ツールキットから広がる世界

世の中に無数にあるマイコンボードと比較した場合、こうしたツールキットも単なる「マイコンボード+プログラミング環境」に見えてしまうかもしれませんが、しかし、ツールキットは、ボードだけでなく、さまざまなプログラミング言語用のライブラリ、シンプルな統合開発環境、Webサイトの豊富な作例やワークショップのテキストなど、すべてを含めた体験そのものを指します。現在では、Arduinoなどを共通言語として、さまざまなプロジェクトがWeb上で公開されています。その結果として、自分が作りたいものの実現方法を探したい場合、検索エンジンで「Arduino」などのツールキット名と自分の知りたいキーワードを入力して検索することで、たいいてい場合には参考になる情報をすぐに集めることができます。

また、最近では Make : Tokyo Meeting (<http://www.oreilly.co.jp/mtm/>, 2010年11月に開催された6回目では8,000人以上が集まった)などのイベントで多くの参加者が利用していることもあり、そうした場で刺激を受けた人たちがその場で買って自分でも作りはじめる、という流れも起きているようです。また、テクノ手芸部 (<http://techno-shugei.com/>)によって提案された「手芸+電子工作」という一見意外な組合せも、書籍が出版されたり、各地でワークショップが開催されたり、自分たちでテクノ手芸部を立ち上げる人々が出てきたり、と徐々に広まりつつあります。こうした市民レベルの盛り上が

りに刺激を受け、自分でもはじめてみたという研究者も増えてきているようです。

これからはじめようとする方に

最後に「Arduinoをはじめよう」の中で、著者の Massimo Banzi が述べている言葉を引用してフィジカルコンピューティング概論を終わりにしたいと思います。みなさんも、この夏休みに自分で手を動かして作ってみるところからスタートしてはいかがでしょうか。

『デザインについて語ることも作ることものが Arduino の哲学に適っています。良いプロトタイプを作るために、より速く、よりパワフルな手法を探索し続けることが重要です。自分の手を使って考えながら、いろいろなテクニックを試し、発展させましょう。』

参考文献

- 1) O'Sullivan, D. and Igoe, T.: Physical Computing : Sensing and Controlling the Physical World with Computers, Course Technology Ptr (2004).
- 2) GainerBook Labo +くるくる研究室: +GAINER—Physical Computing With Gainer, 九天社 (2007).
- 3) Massimo Banzi 著, 船田 巧 翻訳: Arduinoをはじめよう, オライリー・ジャパン (2009).
- 4) 小林 茂: Prototyping Lab—「作りながら考える」ための Arduino 実践レシピ, オライリー・ジャパン (2010).
- 5) テクノ手芸部: テクノ手芸, ワークスコーポレーション (2010).
(2011年5月30日受付)

■ 小林 茂 (正会員) mayfair@iamas.ac.jp
岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー [IAMAS] 准教授。「Gainer」や「Funnel」といったツールキットを開発してワークショップを開催するほか、「+GAINER」「Prototyping Lab」といった書籍を執筆。

●制作の定番スタイル

マイコンを使用した学習や制作は日々進化しています。一昔前の電子工作はハンダごてを手に持って基板に電子パーツをハンダ付けしていくスタイルが定番でした。ところがある2つの道具の出現が電子工作に革新をもたらします。その2つの道具とはブレッドボードとジャンプワイヤです。ブレッドボードとは図-1のような穴が格子状に並んだプラスチックでできた板です。これにジャンプワイヤを差し込んでいくことによってハンダ付けなしに回路を作っていくことができます。ハンダ付けに比べると接点不良が大きく長期間の動作には向きませんが、ハンダごてを準備する手間がないことや、なによりやり直し（UNDO）が効くようになったおかげで、失敗に対する抵抗感が少なくなり、電子工作をより身近なものにしました。現在では、おおむねフィジカルコンピューティングではPC、マイコンI/Oモジュール、ブレッドボード、ジャンプワイヤそして電子パーツを用意して、ブレッドボード上にマイコンI/Oモジュールと電子パーツを組み、PC上でプログラムをしてUSB経由でプログラムをマイコンI/Oモジュールにダウンロードするというスタイルが定番になっています。

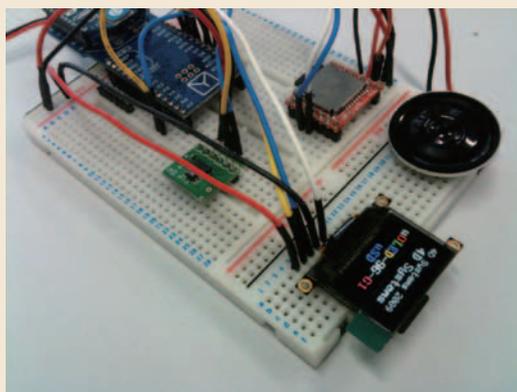


図-1 ブレッドボードとジャンプワイヤ

●入門記事の読み方

本特集の入門記事は、料理本に見立てて「マイコン・ツールキット入門」「クックブック」「レシピ集」の3つに分かれています。これらについての概要を説明します。

マイコン・ツールキット入門

代表的あるいは先進的なマイコン・ツールキットを紹介しています。それぞれに特徴がありどのツールキットが一番良いということはありません。ですので自分の目的にあったものを選んで使ってみてください。参考として比較表を以下にあげておきます。加えて、ツールキットを介さないマイコンそのものも最後に紹介しています。さらなる発展として興味のある方は試してみてください。

クックブック

フィジカルコンピューティングを学んでいく上で基本的な電子パーツの使い方をArduinoを例にとりて紹介しています。Arduinoに限らず基本的にはマイコンは、デジタルイン/アウトおよびアナログイン/アウトを使うことから始めますからピンの役割が分かればどのツールキットにも応用が効きます。この記事では具体例のあとに応用編をつけていますので1つのツールキットにとらわれず、電子パーツの使い方を習得してみてください。なお、各具体例は次のレシピ集にも関連付けています。また、ショップリストの引用番号は各記事で引用されています。

レシピ集

フィジカルコンピューティングによる具体的な作品例を紹介しています。電子回路を学ぶための事例というよりは、誰かに使ってもらったり喜んでもらうためにはどのようにすればよいのかを中心とした事例を集めてみました。

	Gainer	Arduino	Phidgets	Aniomagic	mbed	PSoC
開発スタイル	ブレッドボード	専用デバイス又はブレッドボード	専用デバイス又はブレッドボード	専用デバイス	ブレッドボード	ブレッドボード
開発言語	Processing, ActionScript	オリジナル	C#, C++, Python, Java, ActionScript 他	オリジナル	C/C++	C
ドライバ	手動インストール	手動インストール	手動インストール	不必要	不必要	手動インストール
PCで動作	○	○	○	×	△ ※2	△ ※2
単体で動作	×	○	△ ※1	○	○	○
参考価格 ※3	3980 円	2995 円	6400 円 (80USD)	1875 円	5900 円	600 円

※1 専用デバイスにより可能
 ※2 プログラム自作により可能
 ※3 メインボードのみ 2011年6月現在

表-1 マイコン・ツールキットの比較